

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-391701

出 願 人

Applicant(s):

本田技研工業株式会社

J1036 U.S. PTO

10/027064

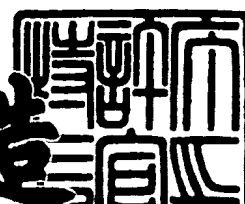


12/20/01

2001年11月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 J86483A1

【提出日】 平成12年12月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01M 8/04

【発明の名称】 加熱処理システムの制御方法

【請求項の数】 4

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

 【氏名】 花井 聡

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

 【氏名】 立原 隆宏

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

 【氏名】 浅野 裕次

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

 【氏名】 吉田 喜祐

【特許出願人】

 【識別番号】 000005326

 【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100064908

 【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705358

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 加熱処理システムの制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料と空気とを供給され燃焼を行う燃焼器と、

該燃焼器で発生した燃焼ガスが導入され該燃焼ガスの熱を利用して被加熱体を加熱する加熱手段と、

該加熱手段で利用された前記燃焼ガスが導入され前記燃焼ガスから前記燃料および前記空気に熱を移動させる熱交換手段と、

を有する加熱処理システムにおいて、

前記加熱手段で加熱処理されて得られる前記被加熱体の温度に対する要求値に基づいて前記燃焼器の燃焼ガス温度を設定し、

前記設定された燃焼ガス温度に応じて前記空気の流量を設定して調整し、

前記被加熱体の温度に対する要求値と前記加熱処理後の前記被加熱体の実温度との比較値に基づいて前記設定した燃焼ガス温度を補正して、前記加熱処理後の前記被加熱体の温度を前記要求値に制御することを特徴とする加熱処理システムの制御方法。

【請求項 2】 燃料と空気とを供給され燃焼を行う燃焼器と、

該燃焼器で発生した燃焼ガスが導入され該燃焼ガスの熱を利用して被加熱体を加熱する加熱手段と、

該加熱手段で利用された前記燃焼ガスが導入され前記燃焼ガスから前記燃料および前記空気に熱を移動させる熱交換手段と、

を有する加熱処理システムにおいて、

前記加熱手段で加熱処理されて得られる被加熱体の量および温度に対する要求値に基づいて前記加熱手段への供給熱量および前記燃焼器の燃焼ガス温度を設定し、

前記設定された供給熱量および燃焼ガス温度に応じて前記燃料の流量と前記空気の流量とを設定してそれぞれ調整し、

前記被加熱体の温度に関する要求値と前記加熱処理後の前記被加熱体の実温度との比較値に基づいて、前記設定した供給熱量と前記設定した燃焼ガス温度の少

なくともいずれか一方を補正して、前記加熱処理後の前記被加熱体の温度を前記要求値に制御することを特徴とする加熱処理システムの制御方法。

【請求項 3】 燃焼ガス温度と燃焼ガス中の酸素濃度との対応関係を示すマップを用いて前記設定した燃焼ガス温度に対応する酸素濃度を求め、求めた酸素濃度に前記燃焼器の燃焼ガスの実酸素濃度が接近するように前記空気の量を調整することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の加熱処理システムの制御方法。

【請求項 4】 前記加熱手段で加熱処理される前の前記被加熱体は燃料電池の原燃料であり、前記加熱手段は前記原燃料を蒸発させて燃料蒸気を生成する蒸発器であり、前記加熱手段で加熱処理されて得られる前記被加熱体は前記蒸発器で生成された燃料蒸気であり、前記燃料は、前記燃料蒸気を改質器により改質して生成した燃料ガスが燃料電池のアノード極に供給された後に排出されたアノードオフガスであり、前記空気は空気が燃料電池のカソード極に供給された後に排出されたカソードオフガスであることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の加熱処理システムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えば改質器付き燃料電池システムの燃料蒸気の温度制御等に好適な加熱処理システムの制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

燃料電池システムには、炭化水素系やアルコール系の原燃料を改質器で水素リッチな燃料ガスに改質し、この燃料ガスと酸化剤ガス（例えば、空気）を反応ガスとして燃料電池のアノード電極側あるいはカソード電極側に供給し発電を行うようにしたものがある。

この種の燃料電池システムでは、改質器に付設された燃焼器等から排出される燃焼排ガスが持つ熱を、前記燃焼器の上流に設置した熱交換手段を用いて、該燃焼器に供給される燃焼用燃料や燃焼用空気に回収することが、従来から行われて

いる。

【0003】

この場合の被加熱対象（前例における改質器など）のプロセス温度（前例における改質ガス温度など）の制御は、前記熱交換手段に供給する燃焼排ガスの一部をバイパスし、そのバイパス流量を調整したり、燃焼排ガスの供給ラインに温調部を設けて燃焼排ガス温度を調整したりして、熱回収量を操作することにより行われている（特開平5-290865号公報、特開平7-240223号公報）。

【0004】

また、特開平7-192742号公報には、制御対象のプロセス温度に密接に関連し、且つ、制御操作に対して応答性の良いプロセス変数（改質反応管壁温度、燃焼器温度）を制御変数に加えて、被加熱対象のプロセス温度（改質ガス出口温度、改質触媒層温度）の安定化を図る技術が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の制御方法では、熱回収手段や燃焼器、被加熱対象の熱容量や熱伝達速度の影響によるプロセス状態の経時変化を検出する手段を持っていないため、負荷変動等により燃焼用燃料や燃焼用空気で回収する熱量が変動した場合や、燃焼器に供給される燃焼用燃料や燃焼用空気の温度が変動した場合に、被加熱対象に供給する熱量や燃焼ガス温度をプロセス状態に応じて応答性よく調整することができず、その結果、オーバーシュートやアンダーシュートの大きい制御となり、被加熱対象のプロセス温度が安定しないという問題があった。

【0006】

また、燃焼器の燃焼ガス温度を検出する手段として、サーミスタや熱電対等の温度検出器を用いた場合、燃焼器の熱容量や燃焼輻射熱により、燃焼用空気量を変化させても燃焼ガス温度を応答性良く検出することができないという問題があった。

そこで、この発明は、被加熱対象のプロセス温度を応答性良く安定して制御することができる加熱処理システムの制御方法を提供するものである。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項 1 に記載した発明は、燃料と空気とを供給され燃焼を行う燃焼器（例えば、後述する第 3 および第 4 の実施の形態における触媒燃焼器 2 3）と、該燃焼器で発生した燃焼ガスが導入され該燃焼ガスの熱を利用して被加熱体を加熱する加熱手段（例えば、後述する第 3 および第 4 の実施の形態における蒸発器 2 4）と、該加熱手段で利用された前記燃焼ガスが導入され前記燃焼ガスから前記燃料および前記空気に熱を移動させる熱交換手段（例えば、後述する第 3 および第 4 の実施の形態におけるオフガス加熱器 2 2）と、を有する加熱処理システムにおいて、前記加熱手段で加熱処理されて得られる前記被加熱体の温度に対する要求値に基づいて前記燃焼器の燃焼ガス温度を設定し、前記設定された燃焼ガス温度に応じて前記空気の流量を設定して調整し、前記被加熱体の温度に対する要求値と前記加熱処理後の前記被加熱体の実温度との比較値に基づいて前記設定した燃焼ガス温度を補正して、前記加熱処理後の前記被加熱体の温度を前記要求値に制御することを特徴とする加熱処理システムの制御方法である。

このように構成することにより、簡単な構成ながら、加熱処理後の被加熱体の温度を応答性良く安定して制御することができる。

【 0 0 0 8 】

請求項 2 に記載した発明は、燃料と空気とを供給され燃焼を行う燃焼器（例えば、後述する第 1 の実施の形態における燃焼器 1、および、第 2 の実施の形態における触媒燃焼器 2 3）と、該燃焼器で発生した燃焼ガスが導入され該燃焼ガスの熱を利用して被加熱体を加熱する加熱手段（例えば、後述する第 1 の実施の形態における第 1 加熱器 2、および、第 2 の実施の形態における蒸発器 2 4）と、該加熱手段で利用された前記燃焼ガスが導入され前記燃焼ガスから前記燃料および前記空気に熱を移動させる熱交換手段（例えば、後述する第 1 の実施の形態における第 2 加熱器 3、および、第 2 の実施の形態におけるオフガス加熱器 2 2）と、を有する加熱処理システムにおいて、前記加熱手段で加熱処理されて得られる被加熱体の量および温度に対する要求値に基づいて前記加熱手段への供給熱量

および前記燃焼器の燃焼ガス温度を設定し、前記設定された供給熱量および燃焼ガス温度に応じて前記燃料の流量と前記空気の流量とを設定してそれぞれ調整し、前記被加熱体の温度に関する要求値と前記加熱処理後の前記被加熱体の実温度との比較値に基づいて、前記設定した供給熱量と前記設定した燃焼ガス温度の少なくともいずれか一方を補正して、前記加熱処理後の前記被加熱体の温度を前記要求値に制御することを特徴とする加熱処理システムの制御方法である。

【 0 0 0 9 】

このように構成することにより、簡単な構成ながら、加熱処理後の被加熱体の温度を応答性良く安定して制御することができる。前記被加熱体の温度に関する要求値と前記加熱処理後の前記被加熱体の実温度との比較値に基づいて、前記設定した供給熱量と前記設定した燃焼ガス温度の両方を補正した場合には、加熱処理後の被加熱体の温度をより安定して制御することができる。

なお、請求項 1 に記載の発明、および、請求項 2 に記載の発明において、前記温度に関する要求値と前記実温度との比較値は、前記要求値と前記実温度との温度差であってもよいし、温度比であってもよい。

【 0 0 1 0 】

請求項 3 に記載した発明は、請求項 1 または請求項 2 に記載の発明において、燃焼ガス温度と燃焼ガス中の酸素濃度との対応関係を示すマップ（例えば、後述する第 1 の実施の形態におけるマップ II、および、第 2 および第 3 の実施の形態におけるマップ IV）を用いて前記設定した燃焼ガス温度に対応する酸素濃度を求め、求めた酸素濃度に前記燃焼器の燃焼ガスの実酸素濃度が接近するように前記空気の量を調整することを特徴とする。

このように構成することにより、前記燃焼器の燃焼ガス温度や前記加熱手段への供給熱量をプロセス状態に応じて応答性良く調整することができる。

【 0 0 1 1 】

請求項 4 に記載した発明は、請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の発明において、前記加熱手段で加熱処理される前の前記被加熱体は燃料電池（例えば、後述する第 2 から第 4 の実施の形態における燃料電池スタック 2 1）の原燃料であり、前記加熱手段は前記原燃料を蒸発させて燃料蒸気を生成する蒸発器（例え

ば、後述する第 2 から第 4 の実施の形態における蒸発器 2 4) であり、前記加熱手段で加熱処理されて得られる前記被加熱体は前記蒸発器で生成された燃料蒸気であり、前記燃料は、前記燃料蒸気を改質器 (例えば、後述する第 2 から第 4 の実施の形態における改質器 2 5) により改質して生成した燃料ガスが燃料電池 (例えば、後述する第 2 から第 4 の実施の形態における燃料電池スタック 2 1) のアノード極 (例えば、後述する第 2 から第 4 の実施の形態におけるアノード極 2 1 a) に供給された後に排出されたアノードオフガスであり、前記空気は空気が燃料電池のカソード極 (例えば、後述する第 2 から第 4 の実施の形態におけるカソード極 2 1 b) に供給された後に排出されたカソードオフガスであることを特徴とする。

このように構成することにより、前記蒸発器から前記改質器に供給される燃料蒸気が、改質器に要求される燃料蒸気温度に安定して制御することができる。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

以下、この発明に係る加熱処理システムの制御方法の実施の形態を図 1 から図 1 0 の図面を参照して説明する。

〔第 1 の実施の形態〕

初めに、この発明に係る加熱処理システムの制御方法の第 1 の実施の形態を図 1 から図 3 の図面を参照して説明する。

【 0 0 1 3 】

図 1 は加熱処理システムの概略構成を示す図であり、図 1 には、制御部における処理を理解し易くするために、制御処理手順を併記している。この加熱処理システムは、燃焼器 1 と、燃焼器 1 で生成される燃焼ガスの熱により被加熱対象を加熱する第 1 加熱器 2 と、被加熱対象を加熱した後に第 1 加熱器 2 から排出される燃焼ガスの熱で燃焼器 1 に供給される燃焼用燃料および燃焼用空気を加熱する第 2 加熱器 3 とを備えている。

【 0 0 1 4 】

第 2 加熱器 3 には、空気流量制御弁 4 を有する流体供給管 5 を介して燃焼用空気が供給可能になっている。また、空気流量制御弁 4 よりも下流側の流体供給管

5 には、燃料流量制御弁 6 を有する燃料供給管 7 が接続されており、燃料供給管 7 および流体供給管 5 を介して第 2 加熱器 3 に燃焼用燃料が供給可能になっている。燃料供給管 7 には、燃料供給管 7 を流れる燃料の流量に応じた電気信号を制御部 8 に出力する燃料流量センサ 9 が設けられており、燃料供給管 7 との合流部よりも下流の流体供給管 5 には、第 2 加熱器 3 に流入する燃焼用燃料と燃焼用空気の混合ガス（以下、燃焼用混合ガスという）の温度の大きさに応じた電気信号を制御部 8 に出力する入口温度センサ 10 が設けられている。

【 0 0 1 5 】

燃焼用混合ガスは第 2 加熱器 3 において加熱された後、混合ガス供給管 11 を介して燃焼器 1 に供給される。混合ガス供給管 11 には、第 2 加熱器 3 から流出する燃焼用混合ガスの温度の大きさに応じた電気信号を制御部 8 に出力する出口温度センサ 12 が設けられている。

燃焼用混合ガスは燃焼器 1 において燃焼し、燃焼により生じた高温の燃焼ガスは燃焼ガス供給管 13 を介して第 1 加熱器 2 に供給される。燃焼ガス供給管 13 には、燃焼器 1 から流出する燃焼ガス中の酸素濃度の大きさに応じた電気信号を制御部 8 に出力する酸素濃度センサ 14 が設けられている。

【 0 0 1 6 】

第 1 加熱器 2 には被加熱対象供給管 15 a を介して被加熱対象が供給されており、第 1 加熱器 2 において燃焼器 1 から供給された燃焼ガスと被加熱対象との間で熱交換が行われ、加熱された被加熱対象は被加熱対象送出管 15 b を介して図示しないプロセスに供給され、一方、被加熱対象を加熱したことにより温度低下した燃焼ガスは排気管 16 a を介して第 2 加熱器 3 に熱源として導入される。被加熱対象送出管 15 b には、加熱後の被加熱対象の温度（以下、プロセス温度という）の大きさに応じた電気信号を制御部 8 に出力するプロセス温度センサ 17 が設けられている。

排気管 16 a を介して第 2 加熱器 3 に供給された燃焼ガスは、流体供給管 5 を介して第 2 加熱器 3 に供給された燃焼用混合ガスを加熱し、これによって冷やされた燃焼ガスは、排気管 16 b を介して大気に放出される。

【 0 0 1 7 】

次に、この加熱処理システムにおいて、被加熱対象のプロセス温度をプロセスが要求するプロセス温度（以下、これを要求プロセス温度という）に制御する方法を説明する。

まず、制御部 8 は、プロセスの運転状態から、プロセスに要求される出力（これは、プロセスに供給すべき被加熱対象の供給量に対応する）を設定するとともに（以下、この出力を要求出力という）、プロセスに要求される被加熱対象の要求プロセス温度を設定する。

【0018】

次に、前記要求出力から、被加熱対象に供給すべき供給熱量、換言すれば第 1 加熱器 2 に供給すべき供給熱量（以下、これを設定供給熱量という）を算出し、この設定供給熱量と前記要求プロセス温度に基づき、図 2 に示すプロセス温度と燃焼ガス温度と供給熱量との関係を示すマップ I を参照して、燃焼ガス温度を設定する（以下、これを設定燃焼ガス温度という）。なお、マップ I は予め実験的に求め、図示しない ROM（リードオンリーメモリー）に記憶しておく。

【0019】

次に、第 2 加熱器 3 の上流および下流に設けられた入口温度センサ 10 と出口温度センサ 12 の出力値から温度差 ΔT を求め、第 2 加熱器で回収される熱量を算出し、前記設定供給熱量から第 2 加熱器 3 で回収した熱量を差し引いた熱量を得るために必要な燃焼用燃料の供給量（以下、必要燃料供給量という）を求め、この必要燃料供給量となるように燃料流量センサ 9 の出力信号を監視しながら燃料流量制御弁 6 を制御する。

【0020】

つぎに、図 3 に示す燃焼発熱温度と燃焼ガス中の酸素濃度との関係を示すマップ II を参照して、前記設定燃焼ガス温度に対応する燃焼ガス中の酸素濃度（以下、燃焼ガス酸素濃度という）を求め、この燃焼ガス酸素濃度となるように酸素濃度センサ 14 の出力信号に基づき空気流量制御弁 4 をフィードバック制御する。なお、マップ II は予め実験的に求め、図示しない ROM（リードオンリーメモリー）に記憶しておく。

【0021】

なお、マップIIは、燃焼ガス酸素濃度から燃焼ガス温度を推定したり、その逆を推定したりするためのものであり、この推定の根拠は次のとおりである。燃焼用燃料が完全燃焼した場合の発熱量は燃料量によって決まり、また、燃焼用燃料を完全燃焼させるのに必要な最小空気量も燃料量に応じて決まる。したがって、燃料を最小空気量で完全燃焼させた場合の燃焼発熱温度（すなわち、燃焼ガス温度）は放熱等がなければ一定になるはずであり、空気量が最小空気量よりも多くなればなるほど燃焼発熱温度は低下し、燃焼ガス中の酸素濃度は上昇するものと考えられる。マップIIは、このような考えに基づいて本加熱処理システムにおいて実験を行い、その実験データから求めたものである。

【0022】

次に、被加熱対象の要求プロセス温度と、プロセス温度センサ17の出力値から求めた被加熱対象の温度との温度差をフィードバックし、被加熱対象に供給する燃焼ガス温度の設定値を補正する。

【0023】

このように、第1の実施の形態の加熱処理システムの制御方法においては、燃焼器1から排出される燃焼ガス中の酸素濃度から燃焼器1における燃焼発熱温度を推定しているので、被加熱対象の負荷変動時等により、第2加熱器3における燃焼用燃料および燃焼用空気の回収熱量や、燃焼器1に供給される燃焼用混合ガスの温度が変動した場合に、燃焼器1の熱容量や燃焼輻射熱に起因して燃焼発熱温度（燃焼ガス温度）の検出に応答遅れが生じることがなく、燃焼発熱温度（燃焼ガス温度）を応答性良く検出することができる。

【0024】

また、燃焼器1に供給すべき燃焼用燃料および燃焼用空気の各供給量を制御するにあたり、第2加熱器3において燃焼ガスから燃焼用混合ガスに回収された熱量を考慮して行っているため、被加熱対象の負荷変動時等により、第2加熱器3における燃焼用燃料および燃焼用空気の回収熱量や、燃焼器1に供給される燃焼用混合ガスの温度が変動した場合にも、被加熱対象に供給する熱量および燃焼ガス温度を一定に保つことができ、被加熱対象のプロセス温度の安定化を図ることができる。

【 0 0 2 5 】

しかも、入口温度センサ 1 0、出口温度センサ 1 2、プロセス温度センサ 1 7、酸素濃度センサ 1 4 はいずれも状態変化に対する追従性がよく、プロセス状態の経時変化を検出することができるので、被加熱対象に供給する熱量および燃焼ガス温度を応答性良く制御することができる。

【 0 0 2 6 】

なお、この第 1 の実施の形態では、被加熱対象の要求プロセス温度と、プロセス温度センサ 1 7 の出力値から求めた被加熱対象の温度との温度差をフィードバックし、被加熱対象に供給する燃焼ガス温度の設定値を補正しているが、燃焼ガス温度の設定値を補正する代わりに、あるいは、燃焼ガス温度の設定値を補正するとともに、被加熱対象に供給する供給熱量の設定値を補正することもできる。

【 0 0 2 7 】

〔第 2 の実施の形態〕

次に、この発明に係る加熱処理システムの制御方法の第 2 の実施の形態を図 4 から図 7 の図面を参照して説明する。第 2 の実施の形態の加熱処理システムは、燃料電池自動車に搭載された燃料電池システムに適用した態様である。

図 4 は燃料電池システムの概略構成を示す図であり、図 4 には、制御部における処理を理解し易くするために、制御処理手順を併記している。

【 0 0 2 8 】

燃料電池システムは、固体高分子型の燃料電池スタック（燃料電池） 2 1、オフガス加熱器 2 2、触媒燃焼器 2 3、蒸発器 2 4、改質器 2 5、CO 除去器 2 6、スーパーチャージャ 2 7 を主要構成とする。

燃料電池スタック 2 1 は、アノード電極 2 1 a 側に供給される燃料ガス中の水素と、カソード電極 2 1 b 側に供給される酸化剤ガスとしての空気中の酸素との電気化学反応により発電する。

【 0 0 2 9 】

燃料電池スタック 2 1 のアノード電極 2 1 a 側に供給される燃料ガスは、原燃料を蒸発器 2 4 で燃料蒸気にし、更に改質器 2 5 によって水素リッチな燃料ガスに改質し、更に CO 除去器 2 6 によって前記燃料ガスから CO を除去したものが

用いられる。

すなわち、蒸発器 2 4 には、例えばメタノールと水とを所定の割合で混合してなる改質用の原燃料と改質用の空気とが供給されるようになっていて、蒸発器 2 4 内において、改質用原燃料および改質用空気は、触媒燃焼器 2 3 から供給される高温の燃焼ガスと非接触で熱交換することにより加熱され、改質用燃料は蒸発して燃料蒸気となり、加熱された加熱空気と混合され 2 0 0 ~ 3 0 0 ° C の温度まで昇温された状態で、蒸発器 2 4 から燃料供給管 3 1 を介して改質器 2 5 に供給される。

【 0 0 3 0 】

改質器 2 5 はオートサーマル式の改質器であり、燃料蒸気と改質用空気とを反応させて水素リッチな燃料ガスに改質する。改質された燃料ガスは燃料ガス供給管 3 2 を介して C O 除去器 2 6 に供給され、C O 除去器 2 6 において燃料ガス中の C O は酸化されて除去され、C O を除去された燃料ガスが燃料ガス供給管 3 3 を介して燃料電池スタック 2 1 のアノード電極 2 1 a 側に供給される。

一方、燃料電池スタック 2 1 のカソード電極 2 1 b 側に供給される空気は、スーパーチャージャ 2 7 から空気供給管 3 4 を介し、図示しない加湿器により加湿されて供給される。

【 0 0 3 1 】

燃料電池スタック 2 1 のカソード電極 2 1 b 側に供給された空気は発電に供された後、カソードオフガスとしてオフガス管 3 5 を介してオフガス加熱器 2 2 に供給され、また、アノード電極 2 1 a 側に供給された燃料ガスは発電に供された後、アノードオフガスとしてオフガス管 3 6 およびオフガス管 3 5 を介してオフガス加熱器 2 2 に供給される。

【 0 0 3 2 】

アノードオフガスとカソードオフガス（以下、特に区別する必要のない場合はオフガスと総称する）はオフガス加熱器 2 2 において加熱された後、オフガス管 3 7 を介して触媒燃焼器 2 3 に導入される。

触媒燃焼器 2 3 は、アノードオフガスに残存する水素とカソードオフガスに残存する酸素とを反応（燃焼）させるものであり、この反応により高温となった燃

焼ガスは、改質用原燃料および改質用空気を加熱する熱源として、オフガス管 3 8 を介し蒸発器 2 4 に供給される。

【 0 0 3 3 】

蒸発器 2 4 において改質用原燃料および改質用空気と熱交換することにより温度低下した燃焼ガスは、燃料電池スタック 2 1 から排出されたオフガスを加熱する熱源として、排気管 3 9 a を介しオフガス加熱器 2 2 に供給され、その後、排気ガスとして排気管 3 9 b を介し大気に放出される。

【 0 0 3 4 】

また、オフガス管 3 6 との合流点より上流に位置するオフガス管 3 5 と排気管 3 9 b は、カソードオフガスバイパス管 4 0 によって接続されており、このカソードオフガスバイパス管 4 0 にはカソードオフガス流量制御弁 4 1 が設けられている。カソードオフガス流量制御弁 4 1 はオフガス加熱器 2 2 に供給されるカソードオフガスの流量を制御するための制御弁であり、カソードオフガス流量制御弁 4 1 の開度を大きくすることによりオフガス加熱器 2 2 に供給されるカソードオフガス量を減少させることができ、カソードオフガス流量制御弁 4 1 の開度を小さくすることによりオフガス加熱器 2 2 に供給されるカソードオフガス量を増大させることができる。

【 0 0 3 5 】

オフガス管 3 6 との合流点よりも下流に位置するオフガス管 3 5 には、オフガス加熱器 2 2 に流入するオフガスの温度の大きさに応じた電気信号を制御部 5 0 に出力する入口温度センサ 4 2 が設けられている。

オフガス管 3 7 には、オフガス加熱器 2 2 から流出するオフガスの温度の大きさに応じた電気信号を制御部 5 0 に出力する出口温度センサ 4 3 が設けられている。

【 0 0 3 6 】

オフガス管 3 8 には、触媒燃焼器 2 3 から流出する燃焼ガス中の酸素濃度の大きさに応じた電気信号を制御部 5 0 に出力する酸素濃度センサ 4 4 が設けられている。

また、燃料供給管 3 1 には、改質器 2 5 に流入する燃料蒸気の温度（すなわち

、水・メタノール蒸気温度)の大きさに応じた電気信号を制御部50に出力する燃料蒸気温度センサ45が設けられている。

【0037】

次に、この燃料電池システムにおいて、蒸発器24から改質器25に供給される燃料蒸気温度を、改質器25が要求する燃料蒸気温度(以下、これを要求燃料蒸気温度という)に制御する方法を、図5および図6のブロック図を参照して説明する。

まず、制御部50は、燃料電池自動車の運転状態から、燃料電池スタック21に要求される出力(以下、これを要求出力という)を設定するとともに(ステップS101)、改質器25に要求される燃料蒸気温度(以下、これを要求燃料蒸気温度という)を設定する(ステップS102)。なお、要求出力は改質器25に要求される燃料蒸気量に対応し、したがって、蒸発器24に要求される原燃料量に対応する。

【0038】

次に、前記要求出力から、蒸発器24に供給すべき供給熱量(以下、これを設定供給熱量という)を算出し(ステップS103)、この設定供給熱量と前記要求燃料蒸気温度に基づき、図6に示す蒸発器24への供給熱量に対する燃料蒸気温度(水・メタノール蒸気温度)と燃焼ガス温度との関係を示すマップIIIを参照して(ステップS104)、燃焼ガス温度を設定する(ステップS105)。以下、この燃焼ガス温度を設定燃焼ガス温度という。なお、マップIIIは予め実験的に求め、図示しないROM(リードオンリーメモリー)に記憶しておく。

【0039】

次に、オフガス加熱器22の上流および下流に設けられた入口温度センサ42と出口温度センサ43の出力値を読み込み(ステップS106、ステップS107)、その温度差 ΔT からオフガス回収熱量を求める(ステップS108)。

そして、前記設定供給熱量からオフガス加熱器22で回収した熱量を差し引いて必要なアノードオフガス発熱量を算出し(ステップS109)、このアノードオフガス発熱量を得るのに必要なアノード利用率を設定し(ステップS110)、該アノード利用率になるように図示しないアノード利用率変更手段を調整する

。ここで、アノード利用率とは、燃料電池スタック 2 1 のアノード電極 2 1 a 側に供給した燃料量に対する実際に発電に利用された燃料量の比をいい、アノード利用率が小さければアノードオフガス中の燃料量が多くなり、アノード利用率が大きければアノードオフガス中の燃料量は少なくなる。すなわち、アノード利用率を制御することにより、触媒燃焼器 2 3 に供給する燃料量を制御することができることになる。

【 0 0 4 0 】

次に、前記設定燃焼ガス温度から、出口温度センサ 4 3 で検出した加熱後のオフガス温度を差し引いて燃焼発熱温度を算出し（ステップ S 1 1 1）、図 7 に示す燃焼発熱温度と燃焼ガス中の酸素濃度との関係を示すマップ IV を参照して（ステップ S 1 1 2）、前記燃焼発熱温度に対応する燃焼ガス酸素濃度を求める（ステップ S 1 1 3）。

【 0 0 4 1 】

そして、この燃焼ガス酸素濃度となるように酸素濃度センサ 4 4 の出力値に基づいてカソードオフガス流量制御弁 4 1 をフィードバック制御し（ステップ S 1 1 4）、カソードオフガス供給量を制御する（ステップ S 1 1 5）。なお、マップ IV は、第 1 の実施の形態におけるマップ II に対応するものであり、この燃料電池システムにおいて予め実験的に求め、図示しない ROM（リードオンリーメモリ）に記憶しておく。

【 0 0 4 2 】

そして、燃料蒸気温度が要求燃料蒸気温度になるように、燃料蒸気温度センサ 4 5 で検出した燃料蒸気温度（ステップ S 1 1 6）と要求燃料蒸気温度との温度差をフィードバックし、蒸発器 2 4 に供給する燃焼ガス温度の設定値を補正する。

【 0 0 4 3 】

このように、第 2 の実施の形態の燃料電池システムにおける燃料蒸気温度の制御方法においては、触媒燃焼器 2 3 から排出される燃焼ガス中の酸素濃度から触媒燃焼器 2 3 における燃焼発熱温度を推定しているので、燃料電気自動車の負荷変動時等により、オフガス加熱器 2 2 におけるオフガスの回収熱量や、触媒燃焼

器 2 3 に供給される燃料ガスとしてのオフガスの温度が変動した場合に、触媒燃焼器 2 3 の熱容量や燃焼輻射熱に起因して燃焼発熱温度（燃焼ガス温度）の検出に応答遅れが生じるということがなく、燃焼発熱温度（燃焼ガス温度）を応答性良く検出することができる。

【 0 0 4 4 】

また、アノード利用率を制御するにあたり、オフガス加熱器 2 2 において燃焼ガスからオフガスに回収された熱量を考慮して行っているので、燃料電池自動車の負荷変動時等により、オフガス加熱器 2 2 におけるオフガスの回収熱量や、触媒燃焼器 2 2 に供給されるオフガスの温度が変動した場合にも、蒸発器 2 4 に供給する熱量および燃焼ガス温度を一定に保つことができ、蒸発器 2 4 から改質器 2 5 に供給される燃料蒸気温度の安定化を図ることができる。

【 0 0 4 5 】

しかも、入口温度センサ 4 2、出口温度センサ 4 3、燃料蒸気温度センサ 4 5、酸素濃度センサ 4 4 はいずれも状態変化に対する追従性がよく、プロセス状態の経時変化を検出することができるので、蒸発器 2 4 に供給する熱量および燃焼ガス温度を応答性良く制御することができる。

したがって、要求される温度で要求される量の燃料蒸気を改質器 2 5 に安定して供給することができ、その結果、燃料電気自動車の運転状態に応じて要求される燃料電池スタック 2 1 への燃料ガスを、安定したガス組成で必要量供給することができる。

【 0 0 4 6 】

なお、この第 2 の実施の形態では、要求燃料蒸気温度と、燃料蒸気温度センサ 4 5 の出力値から求めた燃料蒸気温度との温度差をフィードバックし、蒸発器 2 4 に供給する燃焼ガス温度の設定値を補正しているが、燃焼ガス温度の設定値を補正する代わりに、あるいは、燃焼ガス温度の設定値を補正するとともに、蒸発器 2 4 に供給する供給熱量の設定値を補正することもできる。

【 0 0 4 7 】

〔第 3 の実施の形態〕

次に、この発明に係る加熱処理システムの制御方法の第 3 の実施の形態を図 8

の図面を参照して説明する。第3の実施の形態の加熱処理システムも第2の実施の形態のものと同様に、燃料電池自動車に搭載された燃料電池システムに適用した態様である。

図8は、第3の実施の形態における燃料電池システムの概略構成を示す図であり、図8には、制御部における処理を理解し易くするために、制御処理手順を併記している。

【0048】

第3の実施の形態の燃料電池システムが第2の実施の形態のものと相違する点は次の通りである。まず、システム構成については、第2の実施の形態においてオフガス管35に設けられていた入口温度センサ42、すなわちオフガス加熱器22に流入するオフガスの温度を検出するための温度センサがない。その他の構成については第2の実施の形態のものと同じであるので、同一態様部分に同一符号を付してその説明を省略する。

【0049】

この第3の実施の形態の燃料電池システムは、燃料電池自動車にバッテリーなどの別のエネルギー源が備わる等で、その運転状態が変わっても燃料電池スタック21に要求される出力がほぼ一定である場合や、燃料電池自動車の運転状態に応じて燃料電池スタック21に要求される出力が変わっても、その出力変動が制御性に与える影響が許容範囲とすることができる場合に採用される。

【0050】

したがって、この第3の実施の形態のシステムでは、燃料電池スタック21の出力が一定であるとみなして、説明を進める。

燃料電池スタック21の出力が一定であれば、蒸発器24への供給熱量は一定に決まり、蒸発器24への供給熱量が一定であれば、蒸発器24から流出する燃料蒸気温度に關与するパラメータは蒸発器24に供給する燃焼ガス温度だけになる。そこで、この第3の実施の形態では、燃焼ガス温度だけを調整することにより、燃料蒸気温度を要求蒸気温度に制御することにした。入口温度センサ10がないのは、供給熱量を調整する必要がないからである。

【0051】

次に、この第3の実施の形態における燃料電池システムでの、燃料蒸気温度の制御手順を説明する。

まず、制御部50は、燃料電池自動車の運転状態から、改質器25に要求される燃料蒸気温度（すなわち、要求燃料蒸気温度）を設定する。

次に、前記要求燃料蒸気温度に基づき、図6に示す蒸発器24への供給熱量に対する燃料蒸気温度（水・メタノール蒸気温度）と燃焼ガス温度との関係を示すマップIIIを参照して、燃焼ガス温度（すなわち、設定燃焼ガス温度）を設定する。

【0052】

次に、前記設定燃焼ガス温度から、出口温度センサ43で検出した加熱後のオフガス温度を差し引いて燃焼発熱温度を算出し、図7に示す燃焼発熱温度と燃焼ガス中の酸素濃度との関係を示すマップIVを参照して、前記燃焼発熱温度に対応する燃焼ガス酸素濃度を求める。

【0053】

そして、求めた燃焼ガス酸素濃度となるように酸素濃度センサ44の出力値に基づいてカソードオフガス流量制御弁41をフィードバック制御し、カソードオフガス供給量を制御する。なお、カソードオフガス流量制御弁41を制御する代わりに、スーパーチャージャ27の駆動モータ27aの回転数を制御して送風量を調整し、これによりカソードオフガス供給量を制御するようにしてもよい。

【0054】

そして、燃料蒸気温度が要求燃料蒸気温度になるように、燃料蒸気温度センサ45で検出した燃料蒸気温度と要求燃料蒸気温度との温度差をフィードバックし、蒸発器24に供給する燃焼ガス温度の設定値を補正する。

【0055】

このように、第3の実施の形態の燃料電池システムにおける燃料蒸気温度の制御方法においては、触媒燃焼器23から排出される燃焼ガス中の酸素濃度から触媒燃焼器23における燃焼発熱温度を推定しているので、触媒燃焼器23の熱容量や燃焼輻射熱に起因して燃焼発熱温度（燃焼ガス温度）の検出に応答遅れが生じるということがなく、燃焼発熱温度（燃焼ガス温度）を応答性良く検出するこ

とができる。

【0056】

また、出口温度センサ43、燃料蒸気温度センサ45、酸素濃度センサ44はいずれも状態変化に対する追従性がよく、プロセス状態の経時変化を検出することができるので、蒸発器24に供給する燃焼ガス温度を応答性良く制御することができる。したがって、燃料蒸気を改質器25に安定して供給することができる。

【0057】

さらに、第3の実施の形態の燃料電池システムにおける燃料蒸気温度の制御方法では、入口温度センサが不要になるので、システム構成を簡略化でき、コストダウンを図ることができる。

【0058】

〔第4の実施の形態〕

次に、この発明に係る加熱処理システムの制御方法の第4の実施の形態を図9および図10の図面を参照して説明する。第4の実施の形態の加熱処理システムも第2あるいは第3の実施の形態のものと同様に、燃料電池自動車に搭載された燃料電池システムに適用した態様である。

図9は、第4の実施の形態における燃料電池システムの概略構成を示す図であり、図9には、制御部における処理を理解し易くするために、制御処理手順を併記している。

【0059】

第4の実施の形態の燃料電池システムにおける燃料蒸気温度の制御方法は、前述した第3の実施の形態のさらなる簡略化を図ったものであり、第3の実施の形態のものと相違する点は次の通りである。まず、システム構成については、第3の実施の形態においてオフガス管38に設けられていた酸素濃度センサ44、すなわち触媒燃焼器23から流出する燃焼ガス中の酸素濃度を検出するための酸素濃度センサがない。その他の構成については第3の実施の形態のものと同一であるので、同一態様部分に同一符号を付してその説明を省略する。

【0060】

燃料電池スタック 2 1 の出力が一定で、蒸発器 2 4 への供給熱量が一定であれば、オフガス加熱器 2 2 および触媒燃焼器 2 3 に供給されるアノードオフガス量も一定に決まって、すなわち、触媒燃焼器 2 3 に供給される燃料量が一定に決まる。したがって、カソードオフガス量がわかれば、触媒燃焼器 2 3 における燃焼発熱温度が推定できることになる。図 1 0 に示す燃焼発熱温度とカソードオフガス流量との関係を示すマップ V は、このような考えに基づいて、本燃料電池システムにおいて実験を行い、その実験データから求めたものである。

【 0 0 6 1 】

なお、カソードオフガス流量は、カソードオフガス流量制御弁 4 1 の開度指示値や、スーパーチャージャ 2 7 の駆動モータ 2 7 a の回転数指示値から算出する。

【 0 0 6 2 】

次に、この第 4 の実施の形態における燃料電池システムでの、燃料蒸気温度の制御手順を説明する。

まず、制御部 5 0 は、燃料電池自動車の運転状態から、改質器 2 5 に要求される燃料蒸気温度（すなわち、要求燃料蒸気温度）を設定する。

次に、前記要求燃料蒸気温度に基づき、図 6 に示す蒸発器 2 4 への供給熱量に対する燃料蒸気温度（水・メタノール蒸気温度）と燃焼ガス温度との関係を示すマップ III を参照して、燃焼ガス温度（すなわち、設定燃焼ガス温度）を設定する。

【 0 0 6 3 】

次に、前記設定燃焼ガス温度から、出口温度センサ 4 3 で検出した加熱後のオフガス温度を差し引いて燃焼発熱温度を算出し、図 1 0 に示す燃焼発熱温度とカソードオフガス流量との関係を示すマップ V を参照して、前記燃焼発熱温度に対応するカソードオフガス流量を求める。

【 0 0 6 4 】

そして、求めたカソードオフガス流量となるようにカソードオフガス流量制御弁 4 1 をフィードバック制御し、カソードオフガス供給量を制御する。なお、カソードオフガス流量制御弁 4 1 を制御する代わりに、スーパーチャージャ 2 7 の

駆動モータ 27a の回転数を制御して送風量を調整し、これによりカソードオフガス供給量を制御するようにしてもよい。

【0065】

そして、燃料蒸気温度が要求燃料蒸気温度になるように、燃料蒸気温度センサ 45 で検出した燃料蒸気温度と要求燃料蒸気温度との温度差をフィードバックし、蒸発器 24 に供給する燃焼ガス温度の設定値を補正する。

【0066】

このように、第 4 の実施の形態の燃料電池システムにおける燃料蒸気温度の制御方法では、酸素濃度センサが不要になるので、システム構成をさらに簡略化でき、コストダウンを図ることができる。

【0067】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 あるいは請求項 2 に記載した発明によれば、簡単な構成ながら、加熱処理後の被加熱体の温度を応答性良く安定して制御することができるという効果がある。

請求項 3 に記載した発明によれば、前記燃焼器の燃焼ガス温度や前記加熱手段への供給熱量をプロセス状態に応じて応答性良く調整することができるので、加熱処理後の被加熱体の温度が安定するという効果がある。

【0068】

請求項 4 に記載した発明によれば、蒸発器から改質器に供給される燃料蒸気が、改質器に要求される燃料蒸気温度に安定して制御することができるので、改質器における蒸発燃料の改質を安定して行うことができ、ひいては燃料電池における発電が安定して行うことができるという優れた効果が奏される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明に係る加熱処理システムの制御方法における第 1 の実施の形態のシステム構成図である。

【図 2】 前記第 1 の実施の形態において用いられるマップ I であって、供給熱量に対するプロセス温度と燃焼ガス温度との関係を示すマップである。

【図 3】 前記第 1 の実施の形態において用いられるマップ II であって、燃

焼発熱温度と燃焼ガス中の酸素濃度との関係を示すマップである。

【図 4】 この発明に係る加熱処理システムの制御方法における第 2 の実施の形態のシステム構成図である。

【図 5】 前記第 2 の実施の形態における制御手順を示すブロック図である。

【図 6】 前記第 2 の実施の形態において用いられるマップ III であって、供給熱量に対する燃料蒸気温度と燃焼ガス温度との関係を示すマップである。

【図 7】 前記第 2 の実施の形態において用いられるマップ IV であって、燃焼発熱温度と燃焼ガス中の酸素濃度との関係を示すマップである。

【図 8】 この発明に係る加熱処理システムの制御方法における第 3 の実施の形態のシステム構成図である。

【図 9】 この発明に係る加熱処理システムの制御方法における第 4 の実施の形態のシステム構成図である。

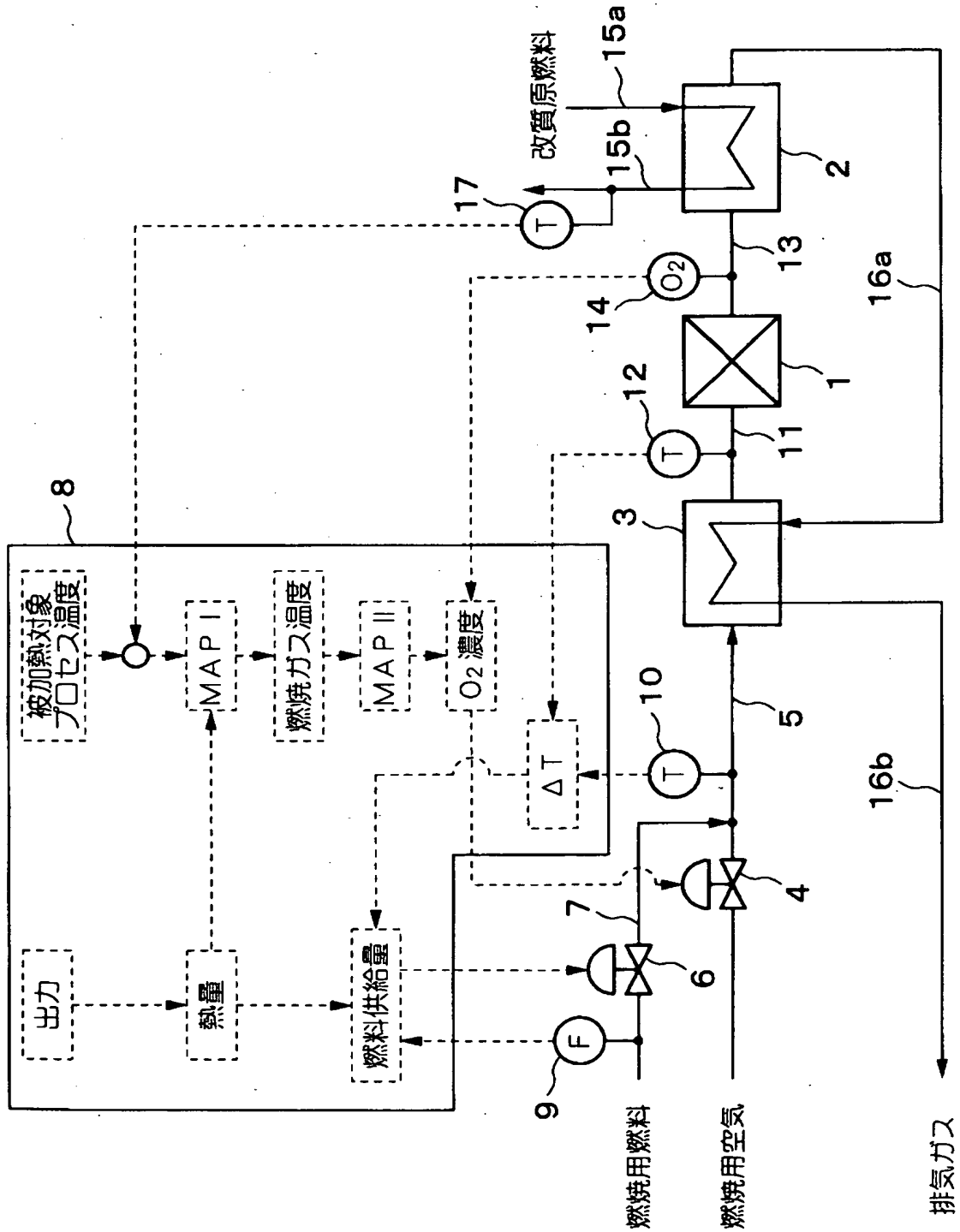
【図 1 0】 前記第 4 の実施の形態において用いられるマップ V であって、燃焼発熱温度とカソードオフガス流量との関係を示すマップである。

【符号の説明】

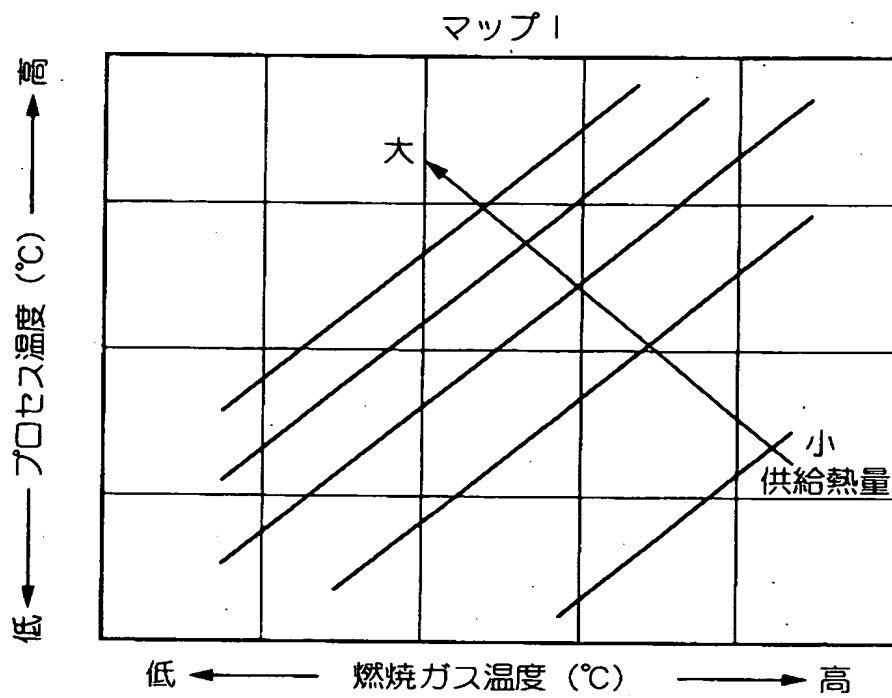
- 1 燃焼器
- 2 第 1 加熱器（加熱手段）
- 3 第 2 加熱器（熱交換手段）
- 2 1 燃料電池スタック（燃料電池）
- 2 1 a アノード極
- 2 1 b カソード極
- 2 2 オフガス加熱器（熱交換手段）
- 2 3 触媒燃焼器（燃焼器）
- 2 4 蒸発器（加熱手段）
- 2 5 改質器

【書類名】 図面

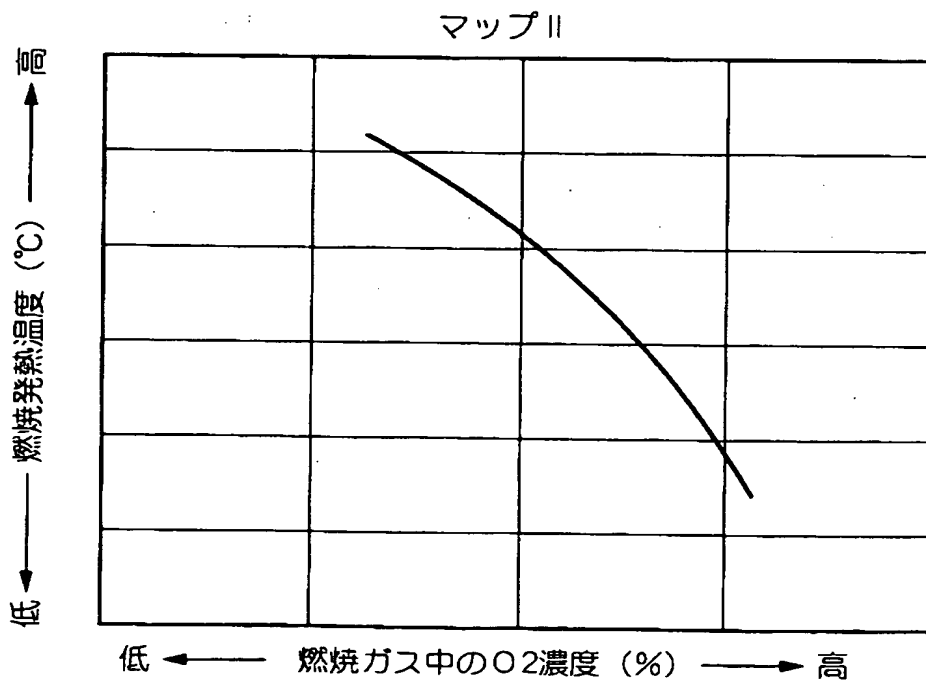
【図 1】



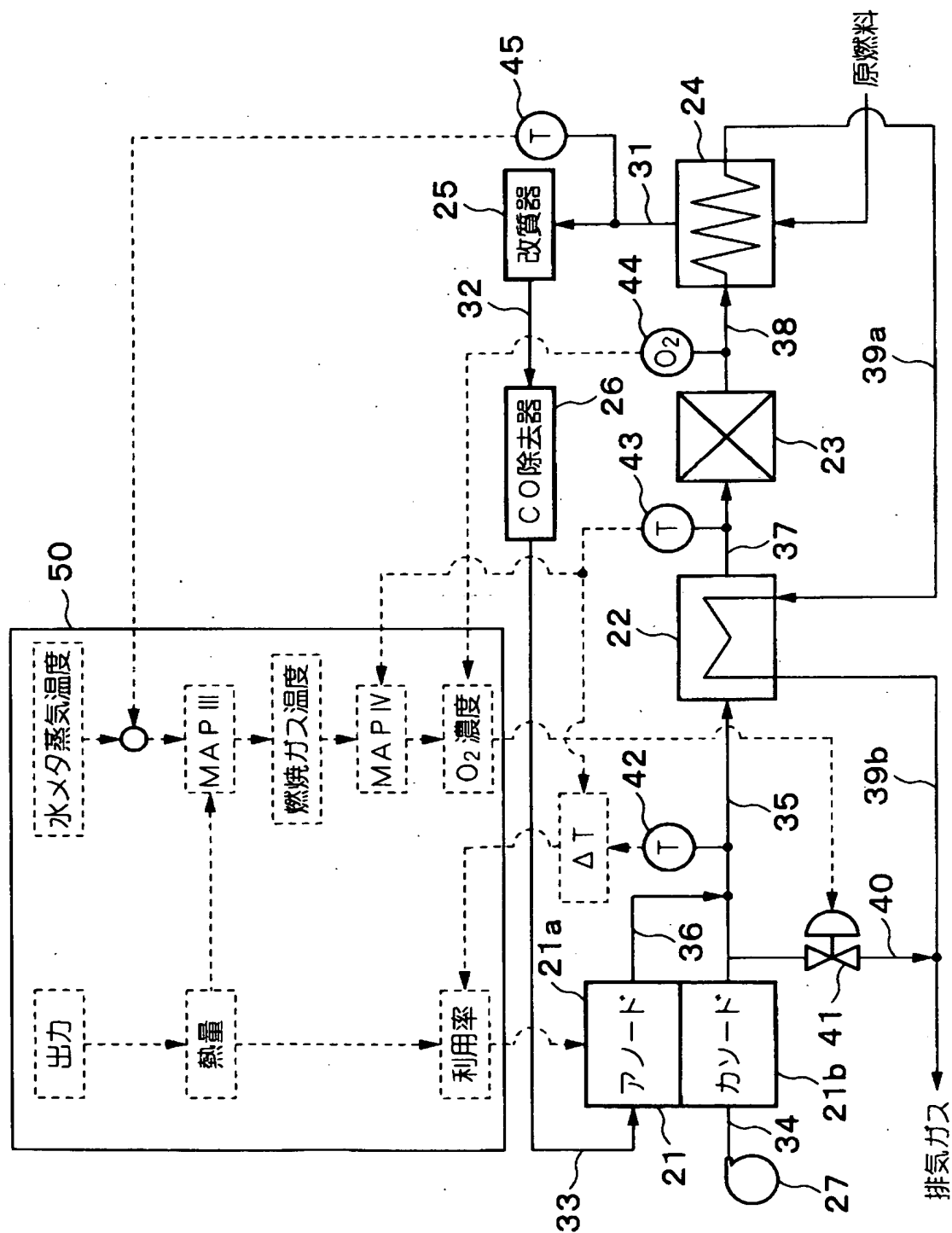
【図 2】



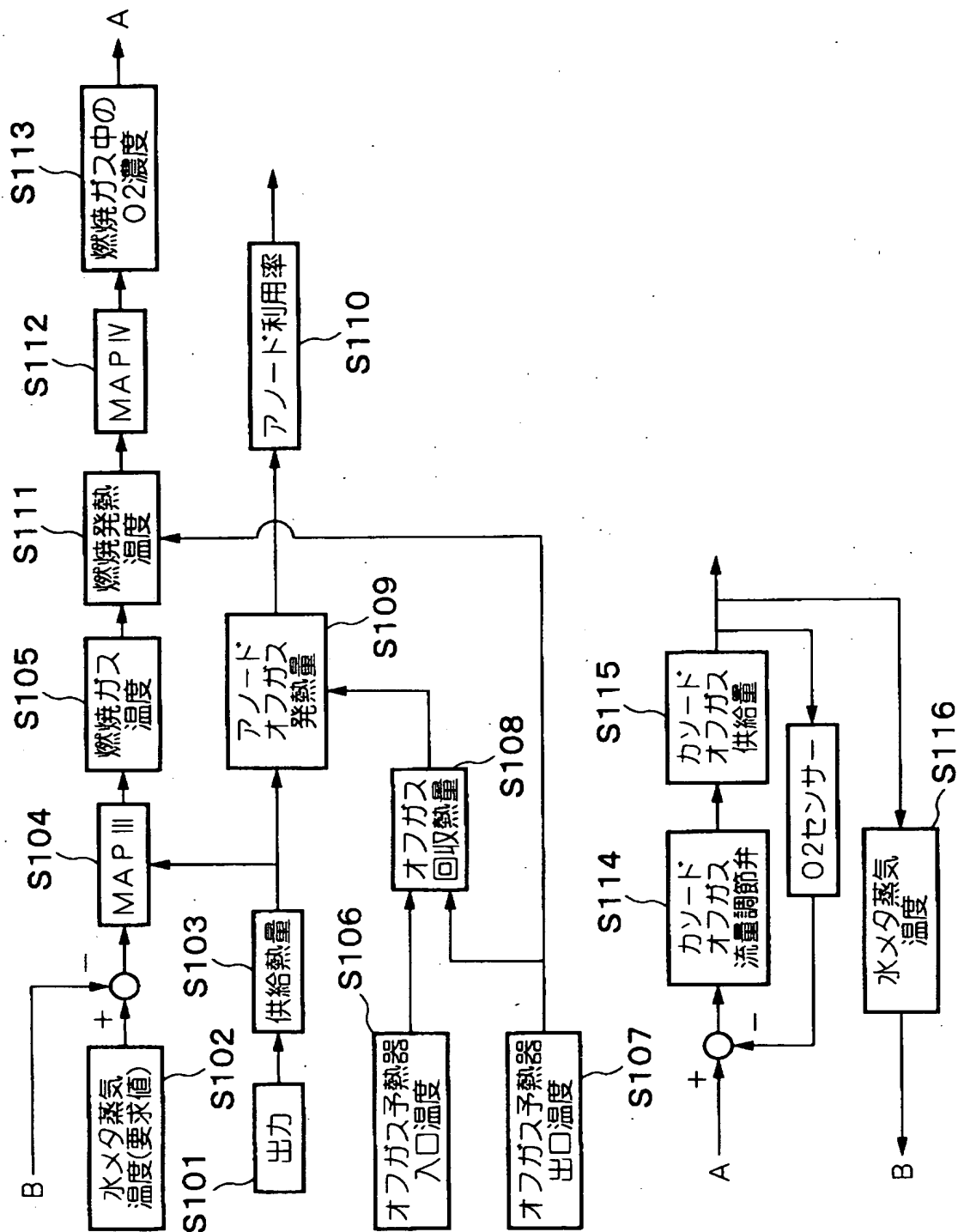
【図 3】



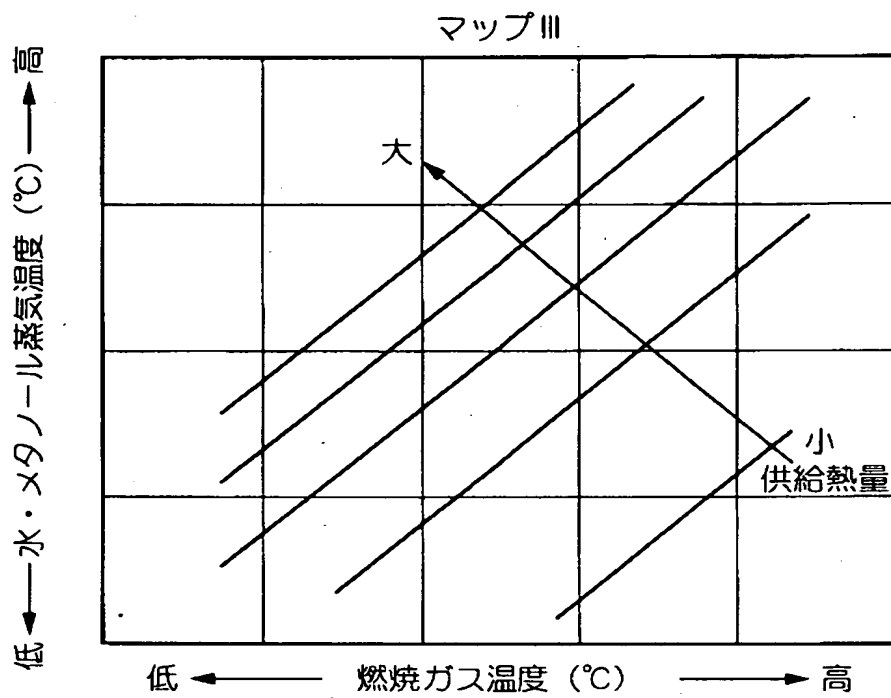
【図 4】



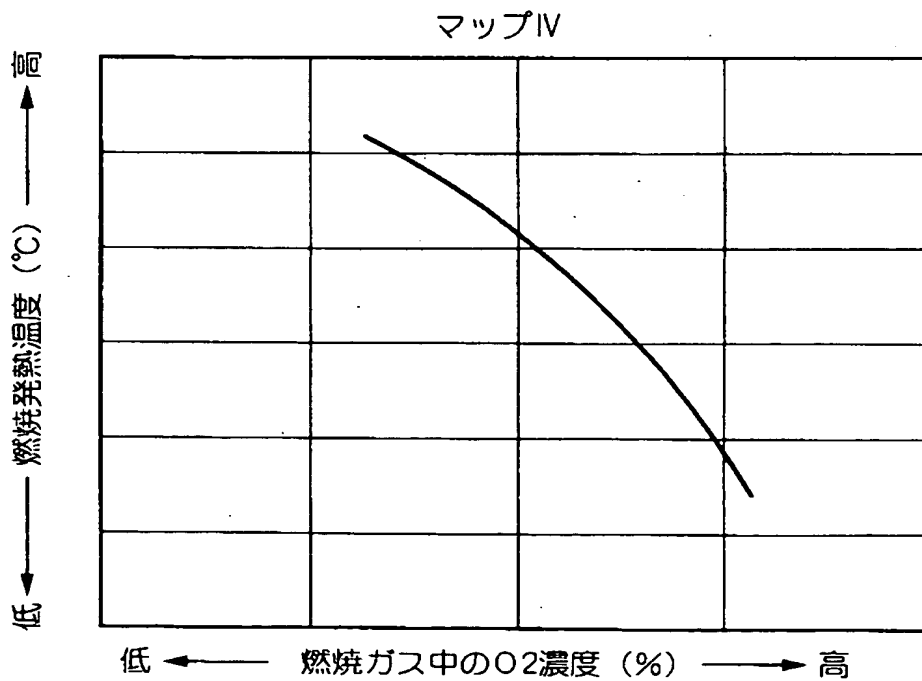
【図 5】



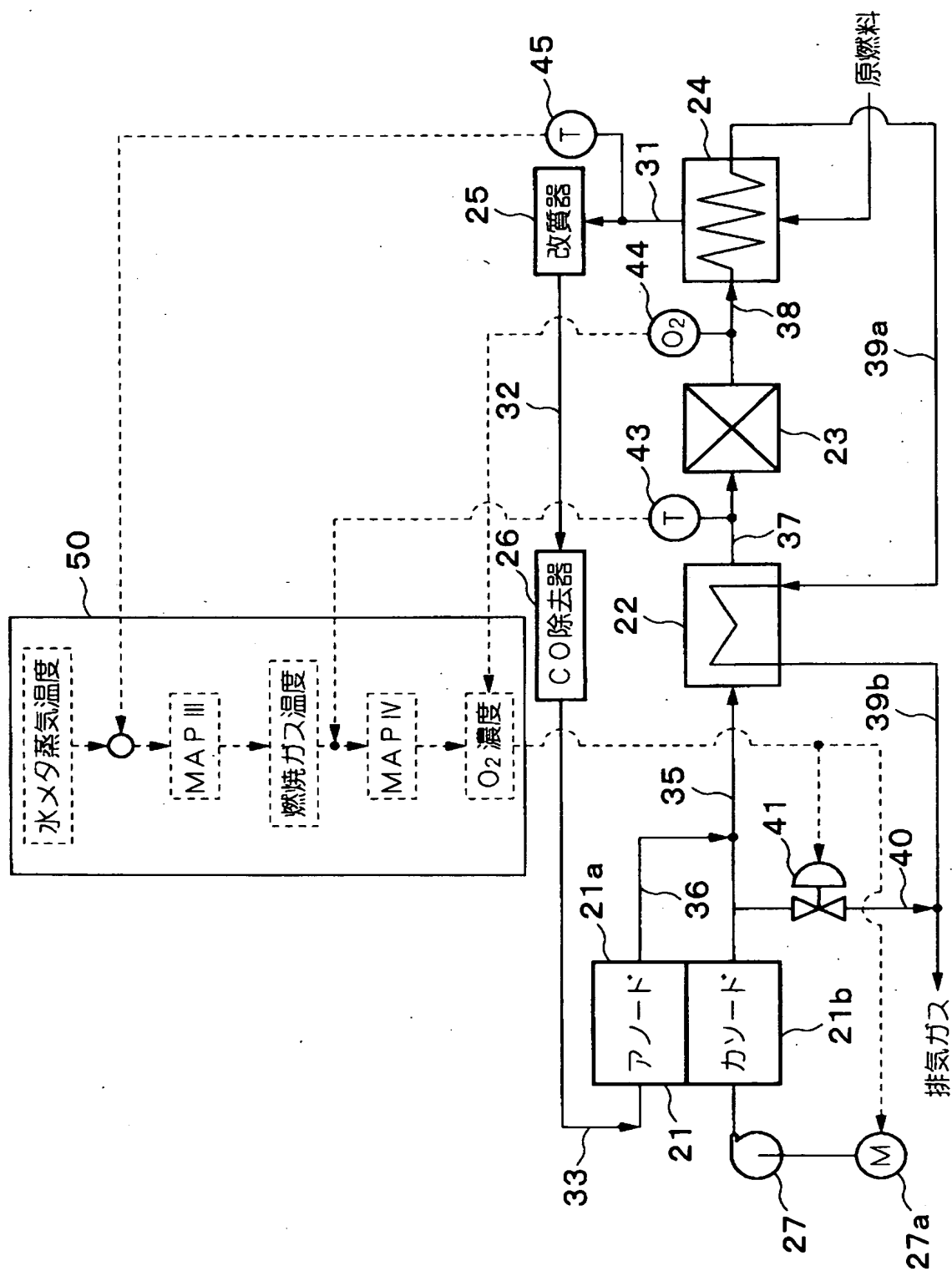
【図6】



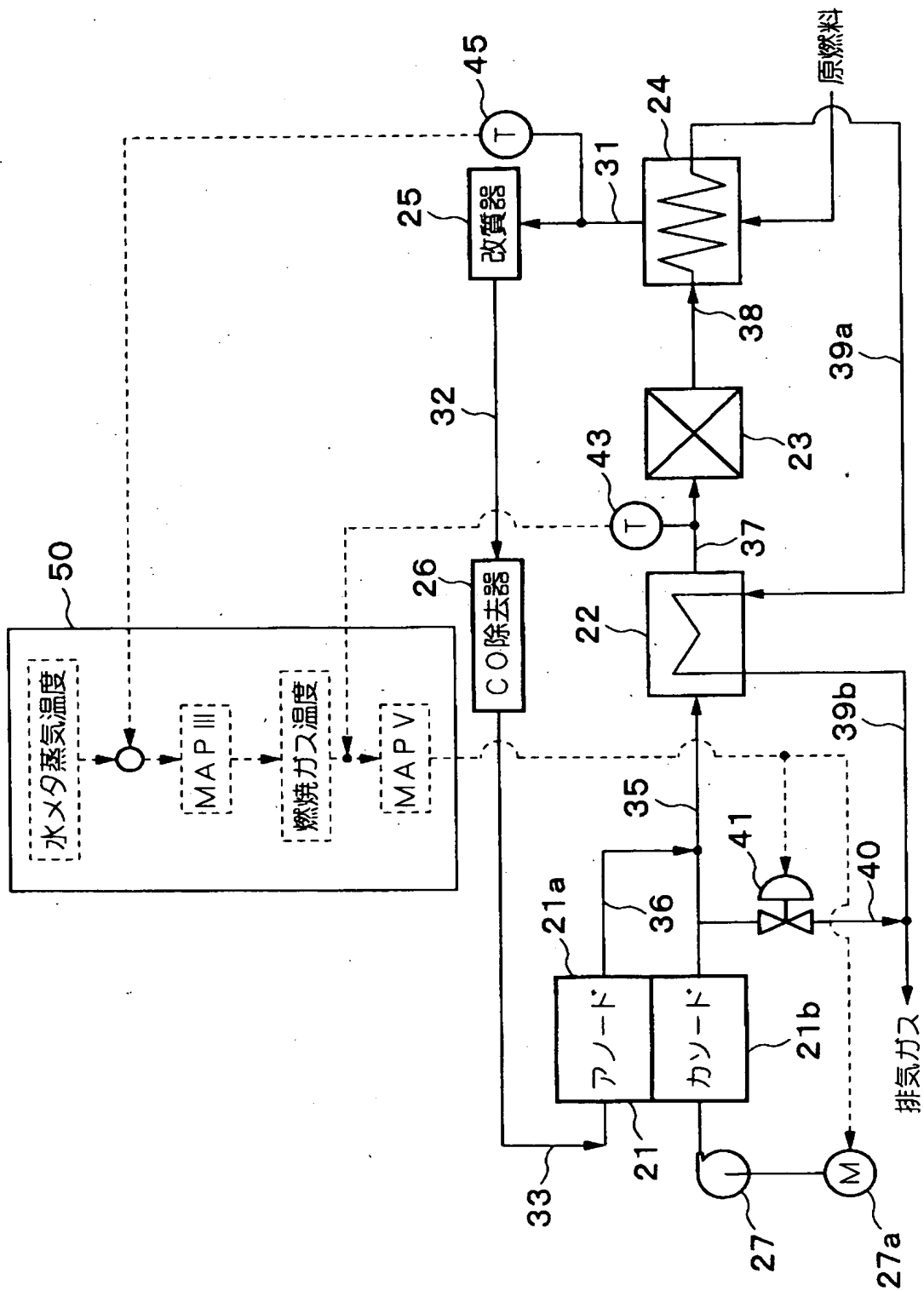
【図7】



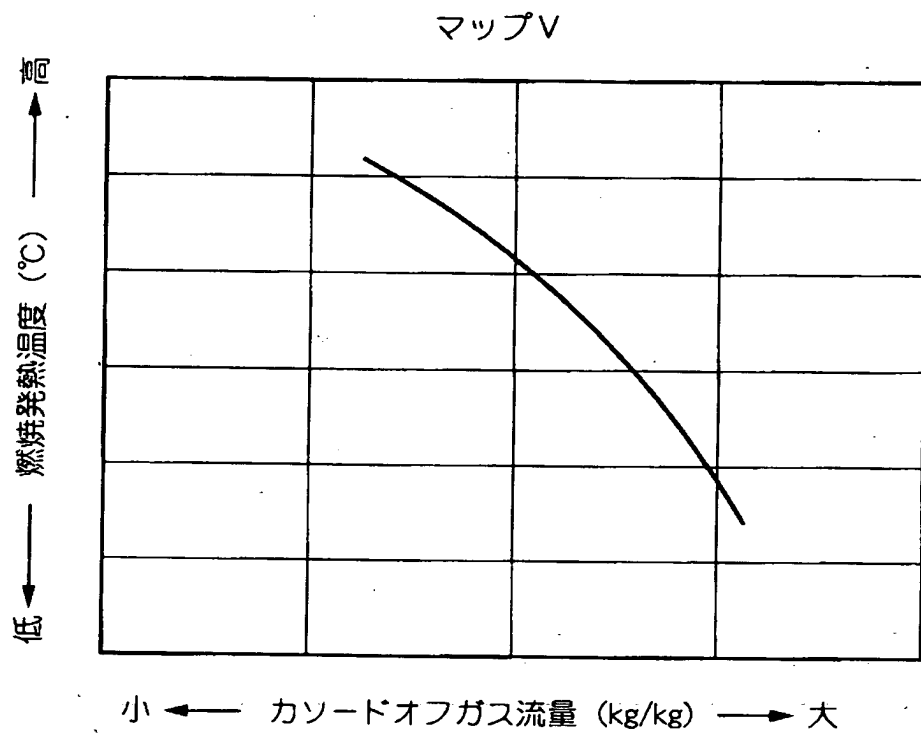
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 被加熱対象のプロセス温度をの制御性を向上する。

【解決手段】 燃料電池スタック 2 1 から排出されるアノードオフガスとカソードオフガスとを供給され燃焼を行う触媒燃焼器 2 3 と、触媒燃焼器 2 3 で発生した燃焼ガスが導入され該燃焼ガスの熱を利用して燃料電池の原燃料を加熱し燃料蒸気にする蒸発器 2 4 と、蒸発器 2 4 で利用された燃焼ガスによってアノードオフガスとカソードオフガスを加熱するオフガス加熱器 2 2 と、蒸発器 2 4 で生成された燃料蒸気を改質して燃料電池スタック 2 1 に燃料ガスを供給する改質器 2 5 と、有する燃料電池の加熱処理システムにおいて、要求燃料蒸気温度に基づいて触媒燃焼器 2 3 の燃焼ガス温度を設定し、この燃焼ガス温度に応じてカソードオフガスの流量を設定して調整し、要求燃料蒸気温度と実燃料蒸気温度との温度差に基づいて設定燃焼ガス温度を補正する。

【選択図】 図 8

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2000-391701
受付番号	50001664131
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成 12 年 12 月 25 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000005326
【住所又は居所】	東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号
【氏名又は名称】	本田技研工業株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100064908
--------	-----------

【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
----------	--

【氏名又は名称】	志賀 正武
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
--------	-----------

【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
----------	--

【氏名又は名称】	高橋 詔男
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
--------	-----------

【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
----------	--

【氏名又は名称】	青山 正和
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100094400
--------	-----------

【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
----------	--

【氏名又は名称】	鈴木 三義
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100107836
--------	-----------

【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
----------	--

認定・付加情報（続き）

【氏名又は名称】	西 和哉
【選任した代理人】	
【識別番号】	100108453
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	村山 靖彦

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005326]

1. 変更年月日	1990年 9月 6日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区南青山二丁目1番1号
氏 名	本田技研工業株式会社